

PAT-NO: JP02002033325A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002033325 A
TITLE: METHOD OF MANUFACTURING SILICON
WAFER
PUBN-DATE: January 31, 2002

INVENTOR- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOBAYASHI, NORIHIRO	N/A
AKIYAMA, SHOJI	N/A
TAMAZUKA, MASARO	N/A
SHINOMIYA, MASARU	N/A
MATSUMOTO, YUICHI	N/A

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000212583

APPL-DATE: July 13, 2000

INT-CL (IPC): H01L021/324, H01L021/205

US-CL-CURRENT: 257/E21.324

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a silicon wafer, where a silicon wafer is subjected to thermal treatment in an inert gas atmosphere, represented by Ar annealing to eliminate grown-in defects in a water surface layer portion and thermal treatment which will not cause deterioration in haze and micro roughness of the wafer surface.

SOLUTION: In this method of manufacturing a silicon wafer, having a process of subjecting a silicon wafer to a heat treatment in an inert gas atmosphere and uses a purge box which can take out the silicon wafer, after the heat treatment in an inert gas atmosphere outside a reaction pipe of a heat treating furnace without bringing it into contact with outside air. This purge box is filled with a mixture gas of nitrogen and oxygen or 100% oxygen gas and the silicon wafer, after the heat treatment can be taken out into the purge box.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-33325

(P2002-33325A)

(43)公開日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 L 21/324

識別記号

F I

テ-マコ-ト(参考)

H 01 L 21/324

R 5 F 0 4 5

21/205

21/205

X

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 7 頁)

(21)出願番号

特願2000-212583(P2000-212583)

(22)出願日

平成12年7月13日 (2000.7.13)

(71)出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72)発明者 小林 徳弘

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 秋山 昌次

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内

(74)代理人 100080230

弁理士 石原 詔二

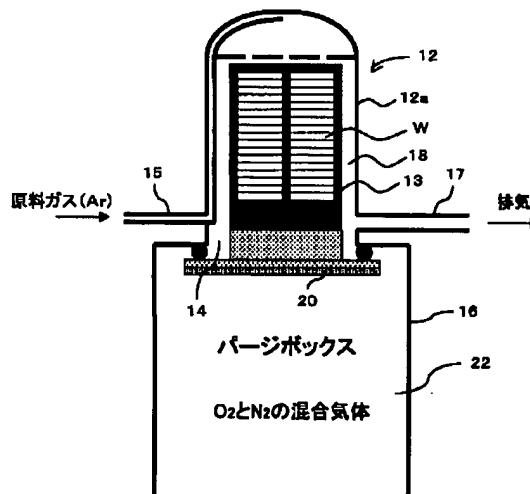
最終頁に続く

(54)【発明の名称】シリコンウェーハの製造方法

(57)【要約】

【課題】シリコンウェーハに対し、Arアニールに代表される不活性ガス雰囲気による熱処理を施してウェーハ表層部のGrown-in欠陥を消滅させると共に、ウェーハ表面のヘイズやマイクロラフネスの劣化が生じない熱処理を用いたシリコンウェーハの製造方法を提供する。

【解決手段】シリコンウェーハを不活性ガス雰囲気下で熱処理する工程を有するシリコンウェーハの製造方法において、該不活性ガス雰囲気下での熱処理後のシリコンウェーハを外気と接触させることなく熱処理炉の反応管の外部に取り出すことが可能なバージボックスを用い、該バージボックスを窒素と酸素の混合ガスまたは100%酸素ガスで充填し、該熱処理後のシリコンウェーハを該バージボックスの中に取り出すようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコンウェーハを不活性ガス雰囲気下で熱処理する工程を有するシリコンウェーハの製造方法において、該不活性ガス雰囲気下での熱処理後のシリコンウェーハを外気と接触させることなく熱処理炉の反応管の外部に取り出すことが可能なバージボックスを用い、該バージボックスを窒素と酸素の混合ガスまたは100%酸素ガスで充填し、該熱処理後のシリコンウェーハを該バージボックスの中に取り出すことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

【請求項2】シリコンウェーハを不活性ガス雰囲気下で熱処理する工程を有するシリコンウェーハの製造方法において、該不活性ガス雰囲気下での熱処理後に該シリコンウェーハを熱処理炉の反応管の外部に取り出す際に、窒素と酸素の混合ガスまたは100%酸素ガスを前記シリコンウェーハに吹き付けながら取り出すことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

【請求項3】シリコンウェーハを不活性ガス雰囲気下で熱処理する工程を有するシリコンウェーハの製造方法において、該不活性ガス雰囲気下での熱処理における熱処理炉の排気圧P (mmH₂O) とガス流量F (SLM)との関係が下記式(1)を満たす条件で熱処理を行うことを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。

$$[数1] F \geq (-25/P) + 2.5 \quad \dots \quad (1)$$

【請求項4】前記熱処理において、熱処理炉の反応管とシリコンウェーハとの最近接距離が10mm～50mmの範囲であることを特徴とする請求項3に記載されたシリコンウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコンウェーハ(以下、単にウェーハということがある)の表層部のGrown-in欠陥を消滅させかつウェーハ表面のヘイズやマイクロラフネスの劣化が生じない熱処理を用いたシリコンウェーハの製造方法に関する。

【0002】

【関連技術】CZシリコンウェーハにはCOP(Crystal Originated Particle)や酸素析出物などの、いわゆるGrown-in欠陥と呼ばれる結晶欠陥が存在することが知られているが、そのウェーハ表面近傍のGrown-in欠陥を消滅させる方法として水素雰囲気で行う熱処理(以下、水素アニールと呼ぶことがある。)が提案されている。この熱処理は、1000°C以上の高温で水素を使用する必要があることから、安全面での対策が必要となり、通常の開放炉(例えば横型炉のように、炉口側が密閉されていない炉)では処理ができないため、気密性を高めるためのシール構造や爆発時の対策として防爆設備を備えさせる必要があり、非常にコスト高となっていた。

【0003】一方、最近ではアルゴン雰囲気で行う熱処理(以下、Arアニールと呼ぶことがある。)でも水素

アニールと同等にGrown-in欠陥を消滅させることができることがわかってきた。Arアニールは爆発性が無いため、水素と比較して安全はあるが、安全に操業が行なえる反面、シリコンウェーハに対して特徴的な振る舞いを起こすことが知られている。その一例としてArアニールを行ったウェーハの表面には微小なピットが形成されやすいことがあげられる。

【0004】これは原料ガス中に含まれる極少量の不純物としての酸素や水分、或いは熱処理工程中やウェーハ

10取り出し時に反応管の炉口から巻き込まれる外気中の酸素や水分により酸化膜が形成され、その酸化膜とシリコン(Si)がSiO₂+Si→2SiOという反応を起こして結果的にSiがエッチングされその部分がピットとして観察されるものである。このピットがウェーハ表面の局所的な面粗さ(マイクロラフネス)及び長周期的な面粗さ(ヘイズ)を悪化させる原因となっている。この様に、Arガスは微量の不純物や、温度むら等の微小な環境の変化に対して敏感なため、扱いが難しいというデメリットが存在する。

20【0005】このようなArアニールにおけるウェーハ表面の面粗さを劣化させない方法として、原料ガスの水分濃度を低減することのほか、Arアニール後に熱処理炉からウェーハを取り出す前に、酸素雰囲気または窒素雰囲気で処理することによりエッチングされない被膜を形成する方法が提案されている(特開平5-299413号公報)。

【0006】しかし、上記公報の中で述べられている通り、1000度以上で窒素処理すれば窒化膜が生成するが、1000度以上で生成された窒化膜は通常の自然酸化膜と比較してHFによるエッチング速度は非常に遅く、且つSC1(NH₄OH/H₂O₂/H₂Oの混合溶液)やSC2(HCl/H₂O₂/H₂Oの混合溶液)などの洗浄では容易にエッチングされないため、次の工程での熱処理に影響を与える。しかも、窒化膜は酸化膜に比べ誘電率が大きく、言い換えれば静電容量が大きいため、電荷を持ったパーティクルが付着しやすく、一度付着したパーティクルは除去しにくくなる。これが表面に窒化膜が成長した場合の欠点である。

30【0007】一方、Arアニール後のウェーハを取り出す前に、Arガスから酸素ガスに切り替える場合においても、微小なピットが発生しやすい。それは、Arガス中に一定量以上の酸素が存在しない(言い換えれば、ある一定量以下の酸素濃度)と、酸化膜が形成された領域が、

【0008】

【化1】SiO₂+Si→2SiO

【0009】の反応を起こしてエッチングを起こしてしまうためである。この現象は、ガスをArから酸素に切り替える際に、過渡的な現象として必ず起こる。Arを50真空ポンプで引いてから酸素を導入しても酸素の分圧が

一定以下の場合にはエッティングが起こってしまう。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】また、Arガスから酸素ガスに切り替える場合にエッティングによるピットが発生しやすいという問題は、Arアニールだけでなく、他の不活性ガス雰囲気あるいは爆発限界(4%)以下の水素を含有する不活性ガス雰囲気(以下、これらを単に不活性ガス雰囲気と総称する。)を用いたアニールにおいても発生する問題である。ピットが発生すると同時にウェーハ表面のヘイズやマイクロラフネスが悪くなる。更に、マイクロラフネスは酸化膜耐圧及びMOS構造のトランジスタの酸化膜直下の電子及びホールの移動度に影響を与える事が知られている。

【0011】特にMOSトランジスタの駆動周波数が高くなればそれに附隨してキャリア(電子及びホール)の移動度を向上させる必要がある。また、ピットが有るとその部分で電界集中が起こりリーク電流の増加及び酸化膜耐圧の劣化が起こる。このような事情により、Arアニールしたウェーハのピットを減少させ、ヘイズやマイクロラフネスを向上させる必要がある。

【0012】そこで、本発明は、上記した従来技術の問題点に鑑みなされたもので、シリコンウェーハに対し、Arアニールに代表される不活性ガス雰囲気による熱処理を施してウェーハ表層部のGrown-in欠陥を消滅すると共に、ウェーハ表面のヘイズやマイクロラフネスの劣化が生じない熱処理を用いたシリコンウェーハの製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには、本発明のシリコンウェーハの製造方法の第1の態様は、シリコンウェーハを不活性ガス雰囲気下で熱処理する工程を有するシリコンウェーハの製造方法において、該不活性ガス雰囲気下での熱処理後のシリコンウェーハを外気と接触させることなく熱処理炉の反応管の外部に取り出すことが可能なバージボックスを用い、該バージボックスを窒素と酸素の混合ガスまたは100%酸素ガスで充填し、該熱処理後のシリコンウェーハを該バージボックスの中に取り出すことを特徴とする。

【0014】本発明のシリコンウェーハの製造方法の第2の態様は、シリコンウェーハを不活性ガス雰囲気下で熱処理する工程を有するシリコンウェーハの製造方法において、該不活性ガス雰囲気下での熱処理後に該シリコンウェーハを熱処理炉の反応管の外部に取り出す際に、窒素と酸素の混合ガスまたは100%酸素ガスを前記シリコンウェーハに吹き付けながら取り出すことを特徴とする。

【0015】本発明のシリコンウェーハの製造方法の第3の態様は、シリコンウェーハを不活性ガス雰囲気下で熱処理する工程を有するシリコンウェーハの製造方法において、該不活性ガス雰囲気下での熱処理における熱処

理炉の排気圧P(mmH₂O)とガス流量F(SLM)との関係が下記式(1)を満たす条件で熱処理を行うことを特徴とする。

【0016】

【数2】F ≥ (-25/P) + 2.5 …… (1)

【0017】上記熱処理炉内の反応管とシリコンウェーハとの最近接距離は10mm~50mmの範囲が好適である。該反応管とシリコンウェーハとの最近接距離の上限を50mmとしたのは、50mmを越えるとウェーハと反応管(石英チューブ)間の距離が大きくなりすぎるため、熱処理するウェーハの直径に対して相当大きな内径を有する石英チューブが必要とされることになり、装置の大型化やコスト面等のデメリットが大きく、実用的でないからである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に本発明方法の実施の形態について添付図面とともに説明するが、本発明の技術的思想から逸脱しない限り図示例以外に種々の変形が可能であることはいうまでもない。

20 【0019】図1は本発明の第1の態様のシリコンウェーハの製造方法の1つの実施の形態を示す説明図である。図1における熱処理炉12は縦型炉である。該熱処理炉12は反応管(石英チューブ)12aを有し、その内部には多数のウェーハWがウェーハポート13に配置されている。その炉口部14側にはバージボックス16が設けられている。このバージボックス16は、ウェーハWが熱処理されている間は熱処理雰囲気18から遮断されており、熱処理終了後にウェーハWを取り出す際に連結部分のシャッター20が開かれると熱処理雰囲気18とバージボックス16の雰囲気22とが連通する。バージボックス16内は、蓋体20が開かれる前に窒素と酸素の混合ガスで充填しておき、熱処理終了後のウェーハWを混合ガス雰囲気22で満たされたバージボックス16内に取り出すことができる構成となっている。図1において、15はプロセス(原料)ガス供給管で、17は排気管である。

30 【0020】図2は本発明の第2の態様のシリコンウェーハの製造方法の1つの実施の形態を示す説明図である。図2における熱処理炉12も縦型炉である。熱処理炉12の構造は図1と同様であるので再度の説明は省略する。該熱処理炉12の炉口部14にはプロセスガス(Arガス)の供給管15とは別にガス供給管24が設けられている。図2に示すように、ウェーハWを取り出すためにウェーハポート13を降下させながら、そのガス供給管24からウェーハ表面の略平行方向に向けて混合ガス26が供給される。これにより、大気が熱処理炉12内に侵入するのを効果的に防止とともに、ウェーハW表面に保護膜を形成することができる。

40 【0021】図3は本発明の第3の態様のシリコンウェーハの製造方法の1つの実施の形態におけるウェーハと

石英チューブとの位置関係を示す断面的説明図で、(a)はウェーハと石英チューブの中心が一致している場合、(b)はウェーハと石英チューブの中心がずれている場合をそれぞれ示す。

【0022】前述したごとく、本発明の第3の態様のシリコンウェーハの製造方法は、熱処理炉12の排気圧P($\text{mm H}_2\text{O}$)とガス流量F(SLM)との関係が下記式(1)を満たす条件で熱処理を行うものである。

【0023】

$$【数3】 F \geq (-2.5/P) + 2.5 \quad \dots \quad (1)$$

【0024】この時、図3(a)及び(b)に示すようにウェーハポート13に支持されたウェーハWの外周端と石英チューブ12aの内壁との距離が熱処理後のウェーハWのヘイズレベルに影響するという知見を得、後述する実験例4で具体例を示した。

【0025】図3(a)のように、ウェーハWを石英チューブ12aのほぼ中央部にセットすると、ウェーハWの外周端と石英チューブ12aの内壁との距離Dはどの位置でもほぼ均一である。一方、ウェーハWを石英チューブ12a内にセットする位置をずらす(ウェーハWの中心と石英チューブ12aの中心をずらす)ことにより、ウェーハWと石英チューブ12aの最近接距離dが出現することとなる。この最近接距離dを10mm~50mmの範囲に設定することによって、熱処理後のウェーハWのヘイズレベルの劣化を防止することができるものである。

【0026】また、本発明の第3の態様における熱処理後のウェーハ取り出し時に、第1または第2の態様のウェーハ取りだし方法を適用すれば、ウェーハのヘイズレベルの劣化防止に一層効果的である。

【0027】

【実施例】続いて、実験例をあげて本発明をより具体的に説明する。

(実験例1) 直径150mmΦ、P型、結晶方位<100>、抵抗率10Ω·cmのシリコン鏡面ウェーハを用い、1200°C、60分のアルゴン100%雰囲気による熱処理を行った。図1と同様のバージボックスを設けた縦型炉を熱処理炉として用いた。

【0028】本実験例においては、バージボックス内に充填しておく窒素と酸素の混合ガスの混合比を変化させてヘイズへの影響を調査した。熱処理中のアルゴンガス流量は20SLM、排気圧は-5mmH₂Oであり、取り出し温度は800°Cとした。

【0029】ヘイズの測定にはKLA-tencor社製のSurfscanSP1を用いた。この測定装置は、レーザ光でウェーハ表面をスキャンし、その散乱光強度を測定するものであり、入射光に対する散乱光強度がppm単位で求められる。ヘイズの測定結果を図4に示した。

【0030】図4の結果から、窒素と酸素の混合ガス雰囲気または酸素100%雰囲気であればヘイズレベルは

低く、また、酸素濃度が低いほどヘイズは小さくなることがわかった。しかし、取り出し時に窒素100%で処理したウェーハのヘイズレベルは他の条件に比べて極端に大きくなつた。

【0031】(実験例2)実験例1のバージボックスを用いる方法に換えて、図2に示したような熱処理後のウェーハ取り出し時に酸素と窒素の混合ガスを取り出しウェーハに吹き付ける方法を用いて、実験例1と同様の実験を行い、取り出しウェーハのヘイズレベルを調査した。

【0032】本実験例においては、取り出しウェーハに吹き付ける混合ガスの混合比を変化させてヘイズへの影響を調査した。その結果を図5に示した。

【0033】図5の結果から、吹き付けるガスが窒素と酸素の混合ガスまたは酸素100%雰囲気であればヘイズレベルは低く、その酸素濃度が低いほどヘイズは小さくなることがわかった。しかし、取り出し時に窒素100%で処理したウェーハのヘイズレベルは他の条件に比べて極端に大きくなつた。

【0034】以上のように、実験例1、2共に窒素と酸素の混合ガスまたは酸素100%雰囲気であればヘイズレベルは低く、窒素100%の場合はヘイズレベルが高くなつた原因として、次のことが考えられる。

【0035】Arアニール後のウェーハを取り出す前に、Arガスから酸素ガスに切り替える場合において微小なピットが発生しやすいのは、前述の通り、Arガス中に一定量以上の酸素が存在しないため、酸化膜が形成された領域が、

【0036】

【化2】 $\text{SiO}_2 + \text{Si} \rightarrow 2 \text{SiO}$

【0037】の反応を起こしてエッティングを起こしてしまうためである。この現象は、ガスをArから酸素に切り替える際に、過渡的な現象として必ず起こる。そこで本実験例1、2のようなバージボックスを設けてある程度の濃度(分圧)の酸素を有する雰囲気に直接投入する方法や、酸素を含有するガスを直接吹き付ける方法であれば、ある程度の分圧の酸素ガスにより十分な保護酸化膜が形成された結果、ヘイズの低減に有効であったわけであるが、これらを窒素100%の雰囲気とした場合には、取り出し温度が800°Cであるため保護膜としての窒化膜の形成は不十分であり、窒素ガス中に含まれる微量な不純物としての水分が上記の反応を局所的に起こすために、本実験例においてヘイズレベルが悪化したものと推定される。また、窒素と酸素の混合ガス雰囲気中の酸素濃度が1%未満の際には、ヘイズレベルが悪化しない場合もあるが、ウェーハ面内や熱処理バッチ間におけるヘイズレベルのバラツキが大きくなることが実験的に確認された。従って、混合ガス雰囲気中の酸素濃度は1%以上とすることが好ましい。

【0038】(実験例3) 直径150mmΦ、P型、結晶

方位<100>、抵抗率 $10\Omega \cdot \text{cm}$ のシリコン鏡面ウェーハを用い、 1200°C 、60分のアルゴン100%雰囲気による熱処理を、熱処理中のガス流量と排気圧を変えた実験を行った。熱処理炉は一般的な縦型炉を用い、ウェーハの出し入れ温度は 600°C とした。また、使用した熱処理炉の石英チューブの内径は 220mm であり、その中央にウェーハが位置する様にセットした。

【0039】熱処理中の排気圧は炉の排気口付近に圧力センサーを設置し、炉外に設置した圧力センサーとの差圧（大気圧との差圧）で定義した。実験条件であるガス流量Fは $3\sim30\text{ (SLM)}$ の範囲とし、排気圧Pは $-5\sim-25\text{ (mm H}_2\text{O)}$ の範囲に設定した。なお、1 SLM (Standard Liter per Minute) とは、標準状態で1リットルのガスが1分間に流れた時の流量を示す。

【0040】熱処理後のウェーハを集光光下で観察し、ウェーハ周辺部に白濁が見られるか否かにより、ヘイズレベルの調査を行った。その結果を表1に示す。また、*

		排気圧P (mm H ₂ O)				
		-25	-20	-15	-10	-5
ガス流量F (SLM)	3	×	×	×	×	×
	5	○	○	○	○	×
	10	○	○	○	○	○
	20	-	-	○	○	○
	30	-	-	-	-	○

【0045】表1における観察評価は次の通りである。
○：周辺部白濁なし、×：周辺部白濁発生、-：実験せず

【0046】（実験例4）実験例3の表1における排気圧Pとガス流量Fの組み合わせの中から、 $F = 10\text{ SLM}$ 、 $P = -15\text{ mm H}_2\text{O}$ を選択し、ウェーハと石英チューブの最近接距離とヘイズレベルとの関係を調査した。具体的には、実験例3ではウェーハを石英チューブのほぼ中央部にセットしたので、図3(a)に示すように、ウェーハ外周端と石英チューブの内壁との距離dはどの位置でもほぼ 35 mm で均一であったが、本実験例においては、図3(b)に示すように、ウェーハを石英チューブ内にセットする位置をずらす（ウェーハ中心と石英チューブの中心をずらす）ことにより、ウェーハと石英チューブの最近接距離dを約 $2.5\sim30\text{ mm}$ の範囲に変化させてそれぞれ熱処理を行い、ヘイズレベルの調査を行い、結果を図7に示した。

【0047】図7の結果から、熱処理後のヘイズレベルはウェーハと石英チューブの最近接距離dに関係し、その距離が 10 mm 未満では極端に悪化することがわかった。この現象の原因についても明らかではないが、実験例3の場合と同様に、ウェーハ周辺付近のガスの流れがエッチングによるピットの形成に影響を及ぼしていることが予想される。

【0048】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば、シリコンウェーハに対し、Arアーチルに代表される不活※50

*表1の結果をグラフ化し、周辺部の白濁の有無による境界線を求めたところ、その境界線はおよそ

【0041】

【数4】 $F = (-25/P) + 2.5$

【0042】であることがわかった（図6）。

【0043】尚、ガス流量と排気圧との関係によりウェーハ周辺部の白濁の発生に違いが生ずる理由は明らかではないが、ウェーハ周辺付近のガスの流れがエッチングによるピットの形成に影響を及ぼしているものと考えられる。すなわち、大気圧に対して排気圧の負圧が大きくなると少ないガス流量でもガスの流れが滑らかになるのに対し、負圧が小さい場合には、ガス流量をある程度増やさないと、ウェーハ間のウェーハ周辺部付近にガスが渦状に滞留しやすくなるため、周辺部のみにピットが形成されやすくなるものと推定される。

【0044】

【表1】

※性ガス雰囲気による熱処理を施してウェーハ表層部のGrown-in欠陥を消滅させると共に、ウェーハ表面のヘイズやマイクロラフネスの劣化が生じないという効果が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のシリコンウェーハの製造方法の第1の態様の1つの実施の形態を示す説明図である。

【図2】 本発明のシリコンウェーハの製造方法の第2の態様の1つの実施の形態を示す説明図である。

【図3】 本発明のシリコンウェーハの製造方法の第3の態様の1つの実施の形態におけるウェーハと石英チューブとの位置関係を示す断面的説明図で、(a)はウェーハと石英チューブの中心が一致している場合、(b)はウェーハと石英チューブの中心がずれている場合をそれぞれ示す。

【図4】 実験例1における混合ガス中の酸素濃度と熱処理後のウェーハ表面のヘイズとの関係を示すグラフである。

【図5】 実験例2における取り出しウェーハに吹き付ける混合ガス中の酸素濃度と熱処理後のウェーハ表面のヘイズとの関係を示すグラフである。

【図6】 実験例3における熱処理中の排気圧Pとガス流量Fとの関係を示すグラフである。

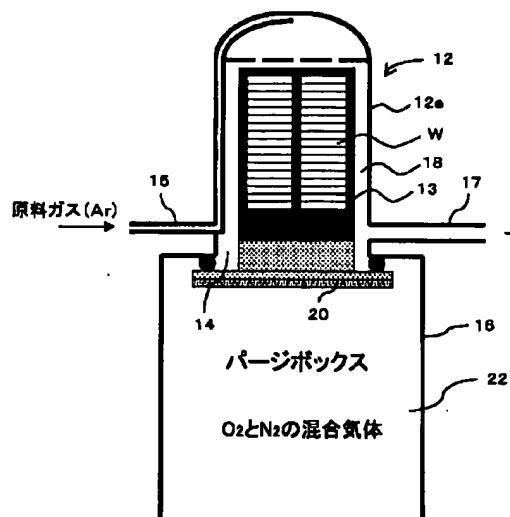
【図7】 実験例4におけるウェーハと石英チューブの最近接距離と熱処理後のウェーハ表面のヘイズとの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

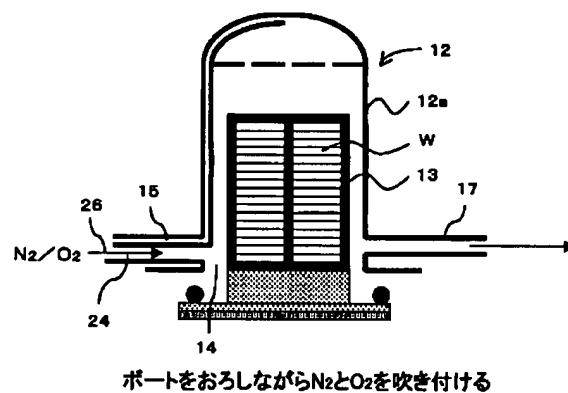
9

気、24:ガス供給管、26:混合ガス、W:ウェーハ。

〔図1〕



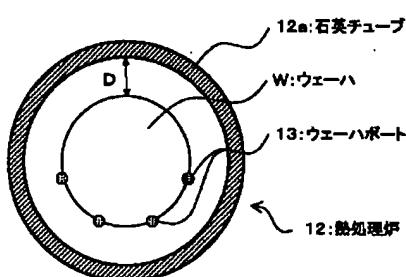
【图2】



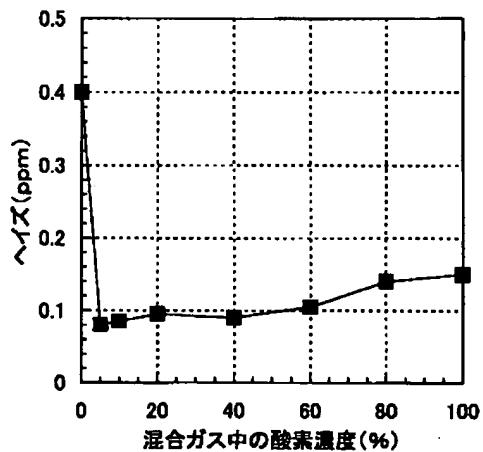
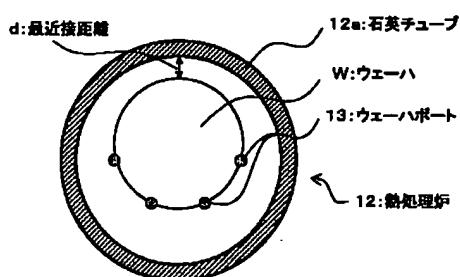
[図3]

【図4】

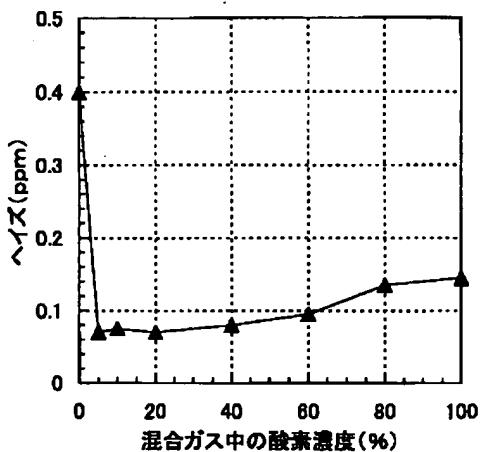
(a) ウェーハと石英チューブの中心が一致している場合



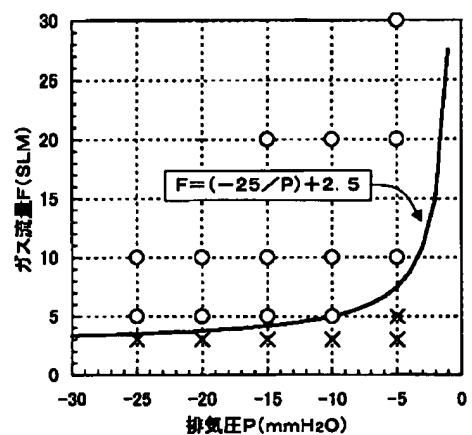
(b) ウェーハと石英チューブの中心がずれている場合



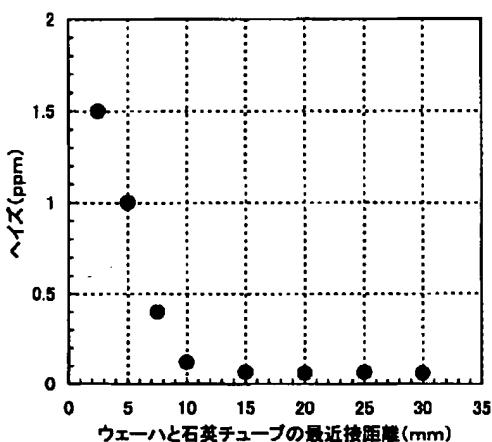
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 玉塚 正郎

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 篠宮 勝

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 松本 雄一

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内

Fターム(参考) 5F045 AC11 AF03 BB12 DP19 DQ05

EB08 EE13 EE14 EN04 GB06

HA06